

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 480 717**

51 Int. Cl.:

G21C 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2011 E 11195291 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.06.2014 EP 2474981**

54 Título: **Respiradero de la cabeza de la vasija de presión de un reactor y procedimientos de utilización del mismo**

30 Prioridad:

06.01.2011 US 985620

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

28.07.2014

73 Titular/es:

**GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS LLC
(100.0%)**

**3901 Castle Hayne Road
Wilmington, NC 28401, US**

72 Inventor/es:

**GELS, JOHN L.;
KECK, DAVID J. y
DEAVER, GERALD A.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 480 717 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Respiradero de la cabeza de la vasija de presión de un reactor y procedimientos de utilización del mismo

Antecedentes

5 Como se muestra en la FIG. 1, un reactor nuclear convencional, como por ejemplo un Reactor de Agua en Ebullición (BWR), puede incluir una vasija de presión del reactor (RPV) 12 con una forma genéricamente cilíndrica. La RPV 12 puede estar cerrada en un extremo inferior por una cabeza 28 del fondo y en un extremo superior por una cabeza 29 superior amovible. Un escudo 34 del núcleo de forma cilíndrica puede rodear el núcleo 36 del reactor, el cual incluye varios elementos combustibles que generan energía por fisión. El escudo 34 puede ser soportado en un extremo por un soporte 38 del escudo y puede incluir una cabeza 39 amovible del escudo y un conjunto de tubos separadores en el otro extremo. Unos haces de combustible pueden estar alineados por una placa 48 del núcleo situada en la base del núcleo 36. Una o más hojas 20 de control pueden extenderse hacia arriba por dentro del núcleo 36, para controlar la reacción en cadena de fisión dentro de los elementos combustibles del núcleo 36. De manera adicional, uno o más tubos 50 de instrumental pueden extenderse por dentro del núcleo 36 del reactor desde el exterior de la RPV 12, por ejemplo a través de la cabeza 28 del fondo, permitiendo que un instrumental, por ejemplo unos controles neutrónicos y unos termopares sean insertados y encerrados dentro del núcleo 36 desde una posición exterior.

20 Se hace circular un refrigerante líquido, por ejemplo agua, hacia arriba a través del núcleo 36 y de una placa 48 del núcleo y es, al menos parcialmente, convertido en vapor por el calor generado por fisión en los elementos combustible. El vapor es separado y secado en el conjunto de tubos separadores y en las estructuras 15 secadoras de vapor y sale de la RPV 12 a través de una tobera 3 principal de vapor cerca de la tubería superior de la RPV 12. El refrigerante que circula por y que es sometido a ebullición en la RPV 12 es típicamente puro y desionizado, excepto en relación con algunos aditivos que potencian la química del refrigerante. En el curso de la operación, los productos de fisión pueden fugarse de manera inadvertida dentro del refrigerante debido a un fallo de los elementos combustible dispuestos dentro del núcleo 36, o se puede producir hidrógeno en los elementos combustibles por radiólisis y otras reacciones. Estos y otros episodios pueden provocar que gases no condensables emigren hacia arriba por medio del refrigerante de la RPV 12 y se agrupen en la cabeza 29 superior, donde reduce el volumen de la RPV y presentan problemas de explosión y otros riesgos de la mecánica de fluidos.

30 Tradicionalmente, se dispone un respiradero 80 de la cabeza en la cabeza 29 superior para impedir la acumulación de gases no condensables en la cabeza 29 superior y también para proporcionar un respiradero para el escape del aire durante el llenado de la RPV 12 en las pruebas y en las suspensiones de funcionamiento de la planta. El respiradero 80 de la cabeza incluye un paso obturable a través de la cabeza 29 superior y una tubería externa que conduce los gases hasta un conducto 3 de vapor o hasta un área de sumidero (no mostrada) por fuera de la RPV 12.

35 El documento US 2010/290576 describe un reactor de agua en ebullición que incorpora una vasija de presión del reactor nuclear y una tubería pasante. La vasija de presión del reactor incluye un tronco del cuerpo principal y una tapa superior que cubre desde arriba un extremo superior del tronco del cuerpo principal. La tubería pasante penetra por el lateral del tronco del cuerpo principal y presenta una sección de apertura al mismo nivel con o a más altura que el extremo abierto superior del tronco del cuerpo principal de la vasija de presión del reactor. La tubería pasante puede estar conectada al sumidero dispuesto por fuera de la vasija de presión del reactor en el fondo del pozo seco.

Sumario

40 La invención se refiere a un respiradero de una cabeza de reactor nuclear y a un procedimiento de instalación de un respiradero interior de la cabeza en un reactor nuclear según lo definido en las reivindicaciones adjuntas.

45 Una tubería está dispuesta por dentro de la vasija de presión del reactor con un respiradero cerca de la superficie interior de más arriba de la cabeza superior del reactor, donde el gas se puede acumular durante las pruebas u operaciones hidrostáticas. La tubería de las formas de realización ejemplares se extiende hacia abajo desde la parte de más arriba de la cabeza superior y pasa al exterior de la vasija de presión del reactor para permitir que el gas escape o que sea expulsado de manera forzada fuera del reactor sin tubería externa dispuesta sobre la cabeza superior. La tubería puede pasar al exterior del reactor por medio de cualquier penetración, incluyendo una salida de vapor situada por debajo de la cabeza superior. La tubería puede estar unida a la cabeza superior y / o a la vasija de presión del reactor mediante cualquier mecanismo o estructura de unión, incluyendo piezas de sujeción fijadas a las superficies internas de la cabeza superior y / o a la vasija de presión del reactor. Dichas piezas de sujeción pueden consistir en cualquier cantidad o tipo para que permita un cierto movimiento relativo de la tubería en emplazamientos deseados y / o fijar rígidamente la tubería y las superficies internas en emplazamientos deseados.

55 La tubería puede incluir una sección inferior y superior que se acoplan de manera amovible entre sí en un punto de conexión donde la cabeza superior se une con la vasija de presión del reactor. Dicho acoplamiento amovible puede llevarse a cabo con un fuelle comprimible y un embudo para recibir la sección de tubería con los fuelles. En un estado no comprimido, desunido, solo la tubería con los fuelles pueden extenderse por encima de la parte de más arriba de la brida de la vasija de presión del reactor para impedir extensiones o proyecciones desde la cabeza

superior. Una tobera de penetración puede estar dispuesta de forma que pase al exterior de la vasija de presión del reactor a través de una penetración dispuesta en la vasija de presión del reactor o en la cabeza superior o inferior o en cualquier otra penetración. La tubería puede estar fabricada a partir de materiales de seguridad de reactores nucleares, incluyendo acero al carbono, acero inoxidable y / o una aleación de Ni-Cr-Fe elegida en combinaciones apropiadas para evitar incompatibilidades de material.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán formas de realización de la invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La FIG. 1 es una ilustración de una Vasija de Presión de Reactor Nuclear y de sus partes internas.

La FIG. 2 es una ilustración de un respiradero interno de la cabeza.

La FIG. 3 es una vista de perfil esquemática del respiradero interno de la cabeza de la FIG. 2.

Las FIGS. 4A y 4B son ilustraciones detalladas de un punto de conexión de la FIG. 2.

Descripción detallada

En las líneas que siguen, se describirán con detalle ejemplos y formas de realización con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, los detalles estructurales y funcionales divulgados en la presente memoria son meramente representativos a los fines de la descripción de las formas de realización. Por ejemplo, aunque pueden describirse formas de realización con referencia a un Reactor de Agua en Ebullición (BWR), se entiende que las formas de realización pueden ser utilizadas en otros tipos de plantas nucleares. Las formas de realización ejemplares pueden tomar cuerpo de muchas formas alternativas y no deben considerarse como limitadas solo a las formas de realización ejemplares expuestas en la presente memoria.

Debe entenderse que aunque los términos, primero, segundo, tercero, etc. pueden ser utilizados en la presente memoria para describir diversos elementos, estos elementos no deben quedar limitados por estos términos. Estos términos se utilizan solo para distinguir un elemento de otro. Por ejemplo, un primer elemento podría designarse como segundo elemento y, de modo similar, un segundo elemento podría designarse como primer elemento, sin apartarse del alcance de las formas de realización ejemplares. Según se utiliza en la presente memoria, la expresión “y / o” incluye en todas las combinaciones de uno o más de los elementos relacionados asociados.

Se debe entender que cuando un elemento se designa como “conectado”, “acoplado”, “ajustado”, “unido”, o “fijado” a otro elemento, puede estar directamente ajustado o acoplado al otro elemento o pueden existir elementos intervinientes. Por el contrario, cuando se hace referencia a un elemento como que está “directamente conectado” o “directamente acoplado” con otro elemento, no existen elementos intervinientes. Otras palabras utilizadas para describir la relación entre elementos deben ser interpretadas de la misma manera (por ejemplo, “entre” frente a “directamente entre”, “adyacente” frente a “directamente adyacente”, etc.).

Según se utiliza en la presente memoria, las formas singulares “un”, “uno”, “una”, y “el”, “la”, pretenden incluir también las formas plurales, a menos que el contexto explícitamente demuestre lo contrario. Así mismo, se debe entender que los términos “comprende”, “que comprende”, “incluye”, y / o “que incluye”, cuando se utilizan en la presente memoria, especifican la presencia de las características, números enteros, etapas, elementos y / o componentes manifestados, pero no incluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y / o grupos distintos de estos.

Así mismo, se debe destacar que, en algunas formas de realización alternativas, las funciones / actos designados pueden producirse fuera del orden indicado en las figuras o descrito en la memoria descriptiva. Por ejemplo, dos figuras o etapas mostradas en sucesión pueden de hecho ser ejecutadas en paralelo y de modo simultáneo o pueden algunas veces ser ejecutadas en orden inverso o de forma reiterada, dependiendo de la funcionalidad / actos implicados.

Los inventores de la presente solicitud han identificado diversos problemas en los dispositivos y procedimientos del respiradero 80 (FIG. 1) convencional de la cabeza. Por ejemplo, se requieren cantidades considerables de tubería externa para dirigir los gases del respiradero 80 de la cabeza hacia abajo hasta una salida o emplazamiento de protección aceptable, como por ejemplo un ramal 3 de vapor. Debido a que la cabeza 29 superior es retirada durante un cierre de la planta con el fin de acceder y permitir el mantenimiento de los elementos internos de la RPV 12, toda la tubería externa asociada con el respiradero 80 de la cabeza debe ser desmontada y apartada antes de acceder a la RPV 12. La cantidad de tiempo y esfuerzo requeridos para desmontar, almacenar y volver a montar la tubería externa puede representar una pérdida de ingresos considerable para un operario de una planta nuclear comercial, porque la planta no genera electricidad o ingresos durante dicha parada. Formas de realización y procedimientos ejemplares analizados más adelante dan respuesta de modo singular a estos efectos del uso del respiradero 80 convencional de la cabeza para conseguir diversas ventajas, incluyendo la reducción de tiempo y el ahorro de recursos durante las suspensiones de la planta asociadas con la retirada, instalación y almacenamiento de la tubería

externa con respecto al respiradero 80 convencional de la cabeza, y / u otras ventajas analizadas o no más adelante en plantas de energía nuclear.

La FIG. 2 es una ilustración de un respiradero 100 interno de la cabeza ejemplar. Como se muestra en la FIG. 2, el respiradero interno de la cabeza incluye una tubería interna que proporciona una salida para los gases situada en la cabeza 29 superior a través de una penetración dispuesta en la RPV 12, que incluye la cabeza 29 superior. La tubería del respiradero 100 interno de la cabeza puede incluir una tubería 110 superior y una tubería 120 inferior dentro de una RPV 12 y una cabeza 29 superior. El respiradero 100 interno de la cabeza incluye un agujero 119 del respiradero por cuyo interior pueden pasar los gases no condensables acumulados en la parte de más arriba de la cabeza 29 superior para su eliminación de la RPV 12. La tubería 110 superior puede incluir dicho agujero 119 del respiradero y unirse a la tubería 120 inferior mientras se encuentre operativa, permitiendo que los gases no condensables pasen por el interior de la tubería inferior, los cuales a continuación salen de la RPV a través de una penetración existente, como por ejemplo una salida 3 de vapor (FIG. 1). De esta manera, los gases no condensables acumulados más arriba de la cabeza 29 superior pueden salir de la RPV 12 a través de la tubería interna, y puede no ser utilizado el respiradero 80 convencional de la cabeza con su tubería asociada.

La tubería 110 superior y la tubería 120 inferior pueden ser mantenidas en posición de muchas maneras en el respiradero 100 interno de la cabeza de la forma de realización ejemplar. Por ejemplo, la tubería 110 superior y la tubería 120 inferior pueden estar unidas a una superficie interna de la cabeza 29 superior y a la RPV 12, respectivamente, como se muestra en la FIG. 2. La tubería 110 superior y la tubería 120 inferior pueden estar situadas en proximidad a las superficies interiores de la cabeza 29 superior y a la RPV 12 con el fin de crear una obstrucción mínima y conseguir un perfil de poco espesor del respiradero 100 interno de la cabeza de la forma de realización ejemplar, reduciendo con ello los riesgos de impacto u obstrucción del flujo. La tubería 110 superior y la tubería 120 inferior pueden estar unidas a la cabeza 29 superior y a la RPV 12 de diversas maneras, incluyendo soldadura, medios de sujeción mecánicos, adhesivos, piezas de sujeción, pasos conformados de manera integral en la cabeza 29 superior y en la RPV 12, etc.

Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 2, varias piezas de sujeción 115 pueden unirse entre la RPV 12 y / o la cabeza 29 superior y la tubería 110 superior y la tubería 120 inferior para fijar cada porción de tubería. Cualquier número y tipo de piezas de sujeción 115 pueden fijar las porciones de la tubería a la cabeza 29 superior y / o a la RPV 12. Las piezas de sujeción pueden estar unidas a la cabeza 29 superior y / o a la RPV 12 mediante cualquier procedimiento aceptable incluyendo soldadura, conformación integral, remaches, adhesivos, etc. Como se muestra en el ejemplo de la FIG. 2, seis piezas de sujeción 115 son utilizadas a intervalos verticales variables a lo largo de una extensión de la tubería 110 superior y de la tubería 120 inferior. Las piezas de sujeción 115 se ilustran presentando diversas configuraciones y se entiende que cualquier diseño o tipo de pieza de sujeción puede ser utilizado de modo constante o modificado. Como se muestra en las figuras a modo de ejemplo, las tres piezas de sujeción 115 de más arriba que unen la tubería 110 superior a la cabeza 29 superior pueden ser piezas de sujeción tipo herradura dentro de las cuales se asiente la tubería 110 superior y se una a ellas por una banda ceñida alrededor de una parte frontal de la tubería 110 superior y soldada a una pieza de sujeción 115, permitiendo un cierto desplazamiento de la tubería a lo largo de una extensión de la tubería 110 superior. Las piezas de sujeción 115 de más abajo que unen la tubería 110 superior a la cabeza 29 superior y a la tubería 120 inferior a la RPV 12 pueden ser piezas de sujeción tipo herradura dentro de las cuales se asienten y se suelden directamente la tubería 110 superior y la tubería 120 inferior, impidiendo la mayoría del desplazamiento relativo entre las piezas de sujeción 115 y la tubería. La pieza de sujeción 115 superior que une la tubería 120 inferior y la RPV 12 puede ser una pieza de sujeción tipo agujero pasante que permita el desplazamiento o compresión vertical relativa dentro de la tubería 120 inferior. Por supuesto, son aceptables cualesquiera números / tipos / disposiciones de las piezas de sujeción 115 del respiradero 100 interno de la cabeza.

La tubería 110 superior y la tubería 120 inferior pueden presentar cualquier tamaño o tamaños que permitan un flujo de gas aceptable a través de ellas manteniendo al tiempo un pequeño perfil contra las superficies internas de la cabeza 29 superior y la RPV 12 y disponiéndose por dentro de una penetración, como por ejemplo un ramal 3 de vapor para el escape de gas. Por ejemplo, la tubería 110 superior y la tubería 120 inferior pueden ser unos tubos de 5,08 cm que permitan el flujo suficiente de gas no condensable sin obstrucción o extensión significativa del perfil. Las piezas de sujeción 115 pueden estar dimensionadas en la medida correspondiente dependiendo de un tamaño o tamaños elegidos para la tubería 110 superior o la tubería 120 inferior.

Como se muestra en la FIG. 3, el respiradero 100 interno de la cabeza puede pasar a través de la RPV 12 por medio de una o más penetraciones, existentes o creadas de nuevo en la RPV 12. Por ejemplo, la tobera 125 de penetración puede ser una tobera que conecte con un conducto 3 de vapor y se fije por medio de un acodamiento a la tubería 120 inferior. Como alternativa, la tobera 125 de penetración puede estar dispuesta en otra posición y conectar con un sumidero u otra característica de escape de gas de la planta nuclear. El respiradero interno de la cabeza puede estar situado dentro de la RPV 12 para un fácil acceso a las penetraciones. De modo similar, el respiradero 100 interno de la cabeza puede estar situado para que la tubería 120 inferior y la tobera 125 de penetración, y las piezas de sujeción 115 asociadas con ellas, pasen entre y no interfieran de cualquier otro modo con otros elementos internos del reactor, incluyendo las estructuras 15 secadoras de vapor (FIG. 1) que pueden estar convencionalmente situadas en una porción superior de la RPV 12.

Como se muestra en las FIGS. 2, 3 y 4A, y 4B, la tubería 110 superior puede unirse a la tubería 120 inferior en un punto 130 de conexión situado próximo al lugar donde la cabeza 29 superior se une a la RPV 12. De esta manera, el respiradero 100 interno de la cabeza puede desmontarse inherentemente con la retirada de la cabeza 29 superior respecto de la RPV 12 durante el mantenimiento de la planta, sin trabajo adicional de los tubos y / o apartamiento.

5 Así mismo, proporcionando un perfil reducido contra la superficies interna de la cabeza 29 superior y / o de la RPV 12 y separando casi de manera uniforme en el punto 130 de conexión donde se separan la cabeza 29 superior y la RPV 12, se pueden reducir al mínimo los riesgos de impacto y las interferencias ocasionadas por el respiradero 100 interno de la cabeza.

10 La tubería 110 superior y la tubería 120 inferior del respiradero 100 interno de la cabeza pueden unirse de manera amovible en el punto 130 de conexión mediante muchos mecanismos de conexión conocidos, incluyendo medios de sujeción mecánicos, disposiciones de cerradura y llave, adhesivos, imanes, contacto por fricción, etc. Por ejemplo, como se muestra en las FIGS. 4A y 4B, la tubería 110 superior puede unirse a la tubería 120 inferior en un punto 130 de conexión por medio de un embudo 111 y unos fuelles 121 comprimibles que se acoplan y sellan entre sí.

15 Como se muestra en la FIG. 4A, la cual es una forma de realización de la presente invención, los fuelles 121 comprimibles pueden ser una parte de la tubería 120 inferior cerca de un terminal de la misma. La tubería 120 inferior puede extenderse por encima de una brida superior de la RPV 12 hasta una distancia d cuando la cabeza 29 superior se separe de la RPV 12, como se muestra en la FIG. 4A. La distancia d puede ser relativamente pequeña para reducir cualquier riesgo de captura o interferencia provocada por la extensión de la tubería 120 inferior hasta la distancia d . Debido a que la tubería 120 inferior con los fuelles 121 comprimibles se extiende hacia arriba hasta una distancia d , la tubería 110 superior y el embudo 111 pueden estar al mismo nivel o rebajados con una brida inferior de la cabeza 29 superior. De esta manera, la cabeza 29 superior puede ser retirada y resituada durante una parada sin que resulten problemáticas las piezas en saliente que complicarían el desplazamiento y apartamiento de la cabeza 29 superior. De modo similar, debido a que la RPV 12 es fija, el saliente de la tubería 120 inferior hacia arriba hasta la distancia d desde una brida superior de la RPV 12 puede presentar mínimos problemas de manejo y desplazamiento.

20 El fuelle 121 comprimible puede incluir una o más corrugaciones anulares que proporcionen la flexibilidad y compresibilidad deseadas al fuelle 121 en un extremo de la tubería 120 inferior. El fuelle 121 puede ser comprimible en una porción sustancial de la distancia d en saliente, de forma que el punto 130 de conexión pueda disponerse a una altura sustancialmente igual que una posición de contacto de una cabeza 29 superior y de la RPV 12 cuando se unan. Un número apropiado de corrugaciones anulares y de material escogido (analizado más adelante) del fuelle 121 comprimible puede permitir la compresión y separación reiterada, no destructiva, del fuelle 121 y del embudo 111. Un diámetro exterior de un extremo de la tubería 120 inferior al nivel del fuelle 121 puede ser menor que un diámetro máximo del correspondiente embudo 111 de la tubería 110 superior, de forma que el fuelle 121 pueda asentarse dentro del embudo 111 tras situarse en contacto con aquél. Como se muestra en la FIG. 4B, cuando la cabeza 29 superior y la RPV 12 se unen, el embudo 111 puede asentarse por encima del fuelle 121 que comprime y sella / une, la tubería 110 superior y la tubería 120 inferior. El extremo inferior del fuelle 121 puede ser redondeado o presentar cualquier otra forma apropiada para asegurar un ajuste uniforme y estanco en el punto 130 de conexión. Conociendo y / o fijando la distancia en la que el fuelle 121 será comprimido cuando la cabeza 29 superior y la RPV 12 se unan y una constante de resorte del fuelle 121, se puede alcanzar un nivel deseado de presión compresora entre el embudo 111 y el fuelle 121. Por ejemplo, si el fuelle 121 comprime 65 mm y el fuelle 121 presenta una constante de resorte de 35 N/mm, el punto 130 de conexión completamente asentado en la FIG. 4B tendrá una fuerza compresora de 2,275 kN entre el fuelle 121 y el embudo 111, la cual puede suficientemente sellar la tubería 110 superior y la tubería 120 inferior.

30 Aunque el punto 130 de conexión se muestra como un ajuste tipo contrafuerte amovible entre el fuelle 121 y el embudo 111 en la tubería 120 inferior y en la tubería 110 superior, respectivamente, se entiende que el fuelle 121 y el embudo 111 pueden invertir sus posiciones. De modo similar, se entiende que pueden ser utilizados compuestos taponadores, lubricantes y mecanismos de unión adicionales además del embudo 111 y del fuelle 121. Así mismo, se entiende que pueden ser utilizados mecanismos y estructuras de conexión completamente diferentes en el punto 130 de conexión en los respiraderos internos de la cabeza.

35 Los respiraderos internos de la cabeza pueden ser fabricados a partir de materiales diseñados para soportar las condiciones operativas existentes dentro de un reactor nuclear y proporcionar la compatibilidad de materiales y evitar la aparición de mecanismos incrustantes en las piezas de contacto. Por ejemplo, la tubería 110 superior y la tubería 120 inferior pueden ser fabricadas en acero al carbono, el fuelle 121 puede ser fabricado en acero inoxidable, y el embudo 111 y la tobera 125 de penetración pueden ser fabricados en una aleación compatible de Ni-Cr-Fe para evitar la aparición de organismos incrustantes y proporcionar una resistencia de materiales adicional de estos componentes, permitiendo al tiempo una expansión térmica no destructiva entre los diversos componentes. O bien, por ejemplo, cualquier elemento entre la tubería 110 superior, las piezas de sujeción 115, la tubería 120 inferior, el fuelle 121, el embudo 111 y / o la tobera 125 de penetración pueden ser fabricadas a partir de zircalloys, acero inoxidable austenítico, aleaciones de níquel, etc. que sustancialmente mantengan sus propiedades físicas en entornos acuosos con una presión / temperatura elevadas con niveles y tipos de radioactividad elevados.

Los respiraderos internos de la cabeza son de este modo utilizables en diversos entornos comprometidos, como por ejemplo reactores de energía nuclear operativos. Se entiende que las diversas características analizadas con anterioridad pueden reconfigurarse u omitirse en base a la aplicación específica y / o a las características operativas deseadas de los respiraderos internos de la cabeza. Aunque los respiraderos 100 internos de la cabeza pueden ser instalados y utilizados de acuerdo con los procedimientos analizados a continuación, se entiende que pueden ser aplicables otros usos y emplazamientos de instalación.

Los procedimientos incluyen la instalación de respiraderos internos de la cabeza como por ejemplo el respiradero 100 interno de la cabeza en un reactor nuclear. Los procedimientos incluyen la determinación de un emplazamiento para la instalación del respiradero interno de la cabeza dentro de una planta de energía nuclear. Puede escogerse cualquier emplazamiento que permita que la abertura 119 del respiradero se sitúe en el punto vertical casi más alto de la cabeza 29 superior para que los gases no condensables fluyan por dentro de la abertura 119 del reactor operativo. Por ejemplo, la abertura 119 del respiradero puede disponerse en una posición inferior a los 10 centímetros de una superficie interna de más arriba de la cabeza 29 superior donde los gases flotantes pueden acumularse en una vasija llena de líquido, o la abertura del respiradero puede situarse en cualquier parte cerca de una superficie interna de más arriba de la cabeza 29 superior para establecer un volumen total de gas permitido dentro de la vasija como volumen del espacio existente entre la abertura 129 del respiradero y la cabeza 29 superior. El emplazamiento puede no interferir tampoco con otros elementos internos operativos del reactor como por ejemplo los aparatos 15 de secado. Por ejemplo como se muestra en la FIG. 2, una posición alrededor de una superficie circunferencial de una RPV 12 y de la cabeza 29 superior, alrededor de la salida 3 de vapor, puede ser una posición de interés debido a su proximidad a una penetración existente. Pueden escogerse otras posiciones dentro de la planta nuclear y / o reactor nuclear en base a similares necesidades a la hora de evitar interferencias y proporcionar un acceso no condensable a una salida interna.

El respiradero interno de la cabeza puede ser instalado en la posición deseada para recibir y expulsar gases no condensables o proporcionar salidas de gas durante el llenado de la vasija desde la posición escogida. La instalación puede tener lugar durante la fabricación de la planta, durante la parada, o durante cualquier otro periodo cuando el emplazamiento sea accesible. El respiradero interno de la cabeza puede ser instalado mediante diversos procedimientos conocidos de colocación afianzada de los componentes dispuestos dentro de un reactor nuclear. Por ejemplo, el respiradero 100 de la cabeza puede ser soldado y sujeto a las piezas de sujeción 115 a lo largo de una superficie interna de la RPV 12 y de la cabeza 29 superior como se muestra en las FIGS. 2, 3, 4A y 4B. La tobera 125 de penetración puede ser conectada o dispuesta en una salida deseada, incluyendo la salida 3 de vapor, por ejemplo. Son posibles diversos procedimientos alternativos de instalación y afianzamiento de un respiradero interno de la cabeza en la posición deseada, incluyendo el uso de medios de sujeción, tornillos, ajustes cola / receptor, o mecanismos que impliquen anudamiento, fricción o adhesivos.

Una vez instalada en la posición deseada, la cabeza 29 superior puede ser unida y sellada con la RPV 12 para conseguir la configuración deseada en la FIG. 1 (externa) y la FIG. 4B (interna). La tubería 110 superior puede inherentemente quedar obturada de forma estanca y unirse con la tubería 120 inferior durante la instalación de la cabeza 29 superior mediante la estructuración analizada con anterioridad. Dentro del reactor nuclear pueden comenzar operaciones energéticas y otros episodios que provoquen que el gas pase a través del respiradero 100 interno de la cabeza y salga de la RPV 12.

El experto en la materia debe apreciar que pueden modificarse las formas de realización mediante experimentación rutinaria y sin actividad inventiva ulterior. Las variaciones no se consideran como desvío del ámbito de las formas de realización, y todas estas modificaciones, como debe resultar evidente para el experto en la materia, están destinadas a quedar incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones subsecuentes.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un respiradero (100) interno de la cabeza de un reactor nuclear, que comprende:
- una vasija (12) de presión del reactor;
 - 5 una cabeza (29) superior configurada para sellar un extremo superior de la vasija (12) de presión del reactor;
 - una tubería superior (110) unida a y que se extiende a lo largo de una superficie interna de la cabeza (29) superior,
 - incluyendo la tubería superior (110) un respiradero (119) situado en una posición interior más elevada de la cabeza (29) superior y un embudo (111) dispuesto en un terminal de la tubería superior, y
 - 10 una tubería inferior (120) unida a y que se extiende a lo largo de una superficie interna de la vasija (12) de presión del reactor, incluyendo la tubería inferior (120) un fuelle (121) comprimible, en el que el embudo (111) de la tubería superior (110) está conformado para acoplarse de manera amovible con un terminal de la tubería inferior (120) en un punto (130) de conexión;
 - 15 **caracterizado porque** la tubería inferior (120) termina en o por encima de un fondo de la cabeza (29) superior y se extiende por encima de la vasija (12) de presión del reactor cuando la tubería superior (110) es retirada de la misma y en el que el fuelle (121) comprimible está configurado para acortar la tubería inferior (120) cuando está acoplada con la tubería superior (110), de forma que el punto (130) de conexión es un punto en el que la cabeza (29) superior se une a la vasija (12) de presión del reactor.
- 2.- El respiradero interno de la cabeza del reactor nuclear de la reivindicación 1, en el que el fuelle (121) comprimible está configurado para asentarse contra el embudo (111) con una presión suficiente para sellar una vía de flujo entre la tubería inferior (120) y la tubería superior (110) acopladas.
- 3.- El respiradero (100) interno de la cabeza del reactor nuclear de cualquier reivindicación 1 o 2, en el que la tubería inferior (120) incluye además una tobera (125) de penetración que pasa al exterior de la vasija de presión del reactor.
- 25 4.- El respiradero (100) interno de la cabeza del reactor nuclear de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el fuelle (121) comprimible está fabricado en acero inoxidable, en el que el embudo (111) y la tobera (125) de penetración están fabricados en una aleación de Ni-Cr-Fe, y en el que las porciones restantes de la tubería superior (111) y la tubería inferior (120) están fabricadas en acero al carbono.
- 30 5.- El respiradero (100) interno de la cabeza del reactor nuclear de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que las tuberías (110, 120) superior e inferior están configuradas para dar salida al gas acumulado en la cabeza (29) superior al exterior de la vasija (12) de presión del reactor sin que ninguna tubería (110, 120) esté dispuesta sobre ninguna superficie externa de la cabeza (29) superior.
- 6.- El respiradero (100) interno de la cabeza del reactor nuclear de cualquier reivindicación precedente, que comprende además:
- 35 una salida (3) de vapor conectada a la vasija (12) de presión del reactor por debajo de la cabeza (29) superior, pasando la tubería inferior (120) por fuera de la vasija (12) de presión del reactor donde la salida (3) de vapor conecta con la vasija (12) de presión del reactor.
- 7.- El respiradero (100) interno de la cabeza del reactor nuclear de cualquier reivindicación precedente, que comprende además:
- 40 una pluralidad de piezas de sujeción (115) que unen la tubería superior (110) y la tubería inferior (120) a las superficies internas de la cabeza (29) superior y a la vasija (12) de presión del reactor.
- 8.- El respiradero (100) interno de la cabeza del reactor nuclear de la reivindicación 7, en el que cada una de las piezas de sujeción (115) de más abajo que unen la tubería (120) superior a la superficie interna de la cabeza (29) superior y que unen la tubería inferior (130) a la superficie interna de la vasija (12) de presión del reactor están soldadas a las tuberías superior e inferior (110, 120), para impedir el desplazamiento relativo entre la tubería y la pieza de sujeción.
- 45 9.- Un procedimiento de instalación de un respiradero (100) interno de la cabeza de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el procedimiento:
- 50 la fijación de la tubería superior (110) a la superficie interna de la cabeza (29) superior del reactor nuclear de forma que el respiradero dispuesto en la tubería superior (110) quede situado cerca de la parte de más

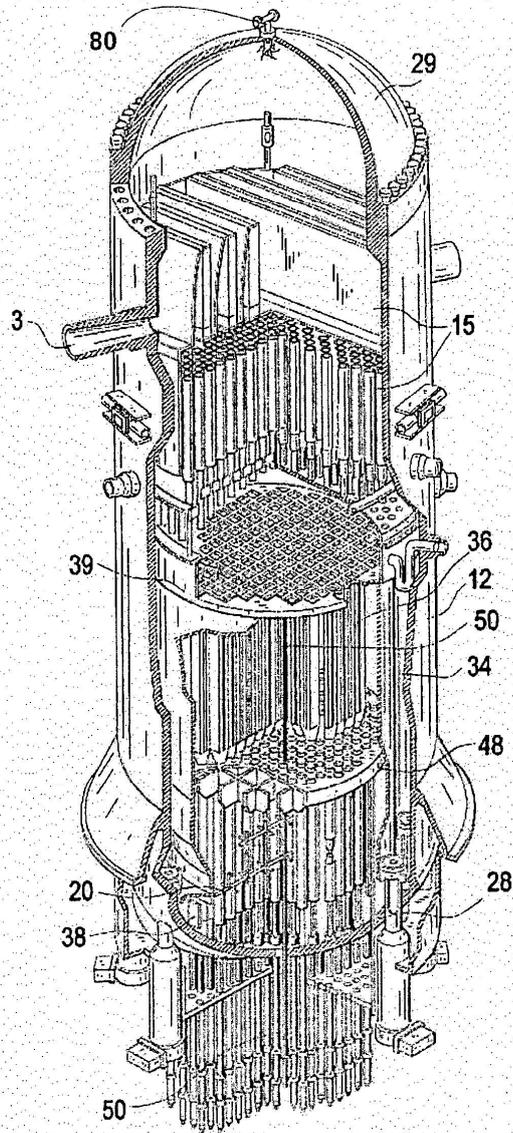
arriba por dentro de la cabeza (29) superior y el embudo de la tubería superior (110) quede situado cerca del fondo de la cabeza (29) superior opuesta a la parte de más arriba;

la fijación de la tubería inferior (120) a la superficie interna de la vasija (12) de presión del reactor del reactor nuclear en una posición correspondiente a la tubería superior (110) ; y

5 el paso del extremo de la tubería inferior (120) al exterior de la vasija (12) de presión del reactor.

FIG. 1

TÉCNICA RELACIONADA



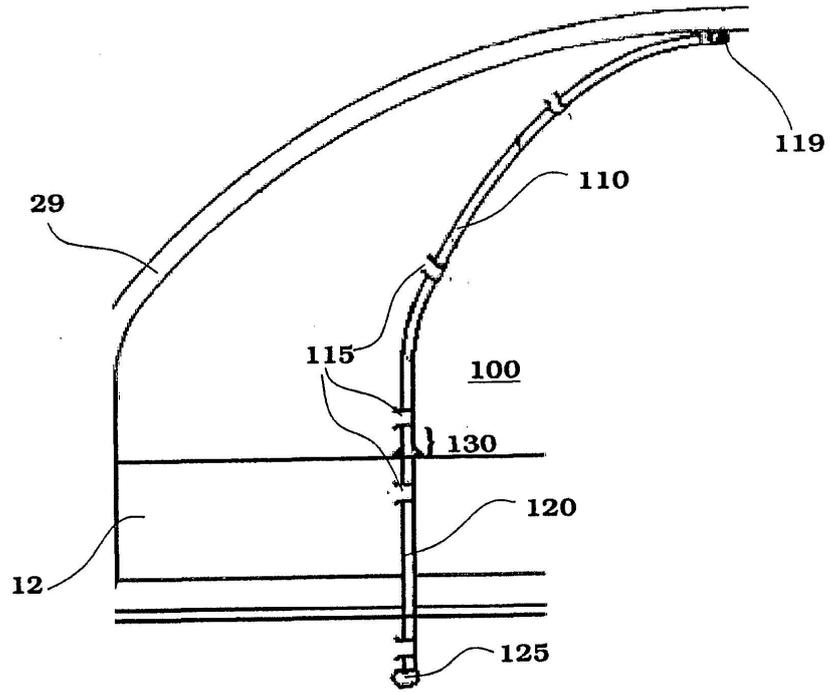


FIG. 2

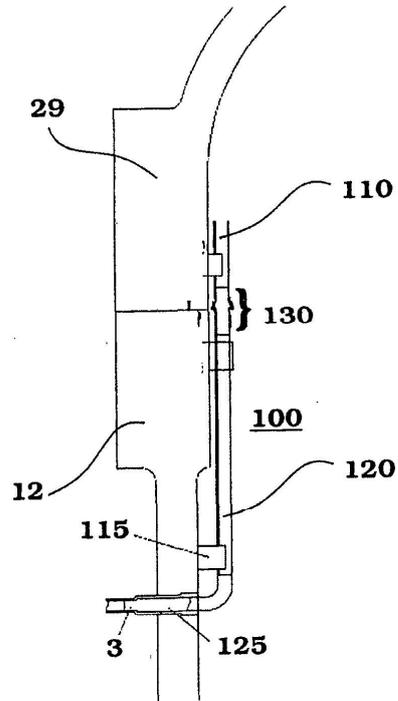


FIG. 3

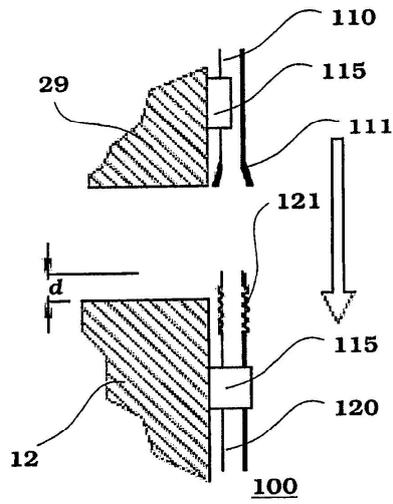


FIG. 4A

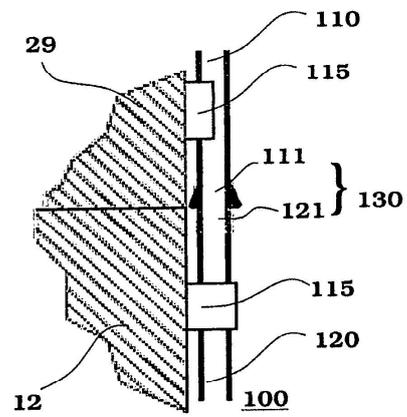


FIG. 4B